



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 651 280 A5

⑤① Int. Cl.4: C 02 F 7/00
B 01 F 3/04
B 01 F 5/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 9528/80

②② Anmeldungsdatum: 22.12.1980

②④ Patent erteilt: 13.09.1985

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 13.09.1985

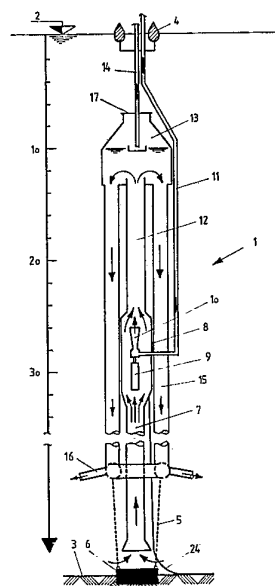
⑦③ Inhaber:
O. Wenaweser + Dr. R. Wolfensberger AG,
Zürich

⑦② Erfinder:
Kronig, Reinhard, Zürich

⑦④ Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Behandeln von stehenden Gewässern.

⑤⑦ Das Verfahren und die Vorrichtung (1) sollen, insbesondere wahlweise, die Tiefenwasserbelüftung, die Zwangszirkulation oder die Tiefenwasserableitung von stehenden Gewässern ermöglichen, wobei durch Saugwirkung Luft in einem im Gewässer hochgeführten Wasserstrom eingebracht wird. Zu diesem Zweck weist die Vorrichtung (1) eine vertikale Steigleitung (7, 12) auf und in Serie hintereinander geschaltet eine mechanische Pumpe (9) einen Wasserstrahlverdichter (10) und eine Mammutpumpe (11, 12) auf. Der Saugteil des Wasserstrahlverdichters (10) ist mit einer in die freie Atmosphäre führenden Zuluftleitung (11) verbunden. Mittels der mechanischen Pumpe wird ein Teilwasserstrom erzeugt. Nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe wird der Teilwasserstrom für den Lufteintrag ausgenützt. Die erforderliche Wassermenge wird mittels Mammutpumpenwirkung erhalten. Das mit Luft versehene Wasser wird entweder mittels eines Falleitungssystems (15) wieder in die Seetiefe gebracht oder mittels einer auf die Kammer (13) aufsetzbaren Rohranordnung in die oberen Seeschichten ausgetragen oder abgeleitet.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Behandeln von stehenden Gewässern, wobei ein gasförmiges Medium eingebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb des Wasserspiegels des Gewässers aus einer unteren Stelle ein Teil-Wasserstrom nach oben gefördert und während des Fördervorganges an einer höheren Stelle in den geförderten Teil-Wasserstrom gasförmiges Medium durch Saugwirkung eingebracht wird, so dass durch Mammutpumpenwirkung ein nach oben steigender Wasserstrom entsteht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Tiefenwasserbelüftung der Wasserstrom nach dem Einbringen des gasförmigen Mediums nach unten umgeleitet und an einer unteren Stelle wieder freigegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Zwangszirkulation der Wasserstrom nach dem Einbringen des gasförmigen Mediums weiter nach oben gefördert und in den oberen Gewässerschichten wieder freigegeben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Tiefenwasserableitung der Wasserstrom nach dem Einbringen des gasförmigen Mediums abgeleitet und in den Auslauftrichter des Gewässerabflusses eingeleitet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Wasserstrom ein aus dem Wasserstrom entwichenem, überschüssigen, gasförmigen Medium bestehendes Polster einen den Atmosphären- druck übersteigenden Druck ausübt.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Pumpenanordnung aufweist, die eine mechanische Pumpe (9), einen Wasserstrahlverdichter (10) und eine Mammutpumpe (11, 12) umfasst, die in Strömungsrichtung des zu fördernden Wasserstromes in Serie geschaltet sind, wobei der Saugteil des Wasserstrahlverdichters mit einer Leitung (11) für die Zufuhr des gasförmigen Mediums kommuniziert, das Ganze derart, dass ein Teilwasserstrom durch die mechanische Pumpe und den Wasserstrahlverdichter hindurch gefördert wird, wobei der Teilwasserstrom und der Restwasserstrom nach der Zufuhrstelle des gasförmigen Mediums in den Teilwasserstrom miteinander zum zu fördernden Wasserstrom vereinigt werden.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung (11) für die Zufuhr des gasförmigen Mediums in die freie Atmosphäre mündet.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass in Strömungsrichtung gesehen eine Entgasungskammer (13, 18' oder 22') mit begrenzbarem Gasdruck, die gegebenenfalls als Auftriebskörper für die Vorrichtung (1) dient, der Pumpenanordnung nachgeschaltet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8 zur Belüftung des Gewässers, dadurch gekennzeichnet, dass die Entgasungskammer (13) als Druckkammer dient, wobei der Gasdruck höher als der Atmosphärendruck ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Pumpenanordnung und der Entgasungskammer ein Fallrohrsystem (15) nachgeschaltet ist, um das mit gasförmigem Medium, insbesondere Sauerstoff, versehene Wasser an eine tiefere Stelle des Gewässers zu leiten.

11. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 8 zur Zwangszirkulation, dadurch gekennzeichnet, dass der Pumpenanordnung eine oder mehrere Auslassleitungen nachgeschaltet sind, um das Wasser an die gewünschte Stelle im Gewässer zu leiten.

12. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 8 zur Tiefenwasserableitung, dadurch gekennzeichnet, dass der Pum-

penanordnung eine schwimmende Transportleitung (20) nachgeschaltet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlass der mechanischen Pumpe (9) mit einem Steigleitungsabschnitt (7) kommuniziert, um das zu behandelnde Wasser der Pumpenanordnung zuzuführen, und dass der Auslass des Wasserstrahlverdichters (10) mit einem zum Steigleitungsabschnitt (7) coaxialen Steigleitungsabschnitt (12), der einen Teil der Mammutpumpe bildet, kommuniziert.

14. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 6 wahlweise zur Tiefenwasserbelüftung, zur Zwangszirkulation oder zur Tiefenwasserableitung.

15. Verwendung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Pumpenanordnung in Strömungsrichtung gesehen eine Kammer (13) nachgeschaltet ist, die mit einem Falleitungssystem (15) kommuniziert, wobei im Falle der Tiefenwasserbelüftung die Kammer (13) als Entgasungs- und Druckkammer und gegebenenfalls Auftriebskörper mit regulierbarem Gasdruck dient und das Falleitungssystem das mit Sauerstoff versehene Wasser an eine tiefere Stelle wieder in das Gewässer einleitet und wobei im Falle der Zwangszirkulation oder der Tiefenwasserableitung an einer vorbereiteten Stelle der Kammer (13) eine mit dem Steigleitungsabschnitt (12) coaxiale Steigrohrverlängerung (18 bzw. 22) mit Anschlüssen für Ableitungsrohre aufsetzbar ist, wobei gegebenenfalls das Ende (18' bzw. 22') der Steigrohrverlängerung als Entgasungskammer und Auftriebskörper dient.

16. Verwendung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Tiefenwasserableitung und Zwangszirkulation die Kammer (13) lediglich Auftriebsfunktion hat.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Behandeln von stehenden Gewässern, wobei ein gasförmiges Medium eingebracht wird. Als gasförmiges Medium kommt insbesondere ein sauerstoffhaltiges Medium, wie Luft, in Frage. Angesichts der Tatsache, dass der Sauerstoffhaushalt der meisten Binnenseen Europas mehr oder weniger gestört ist, wurden in den letzten zehn Jahren in Deutschland und in der Schweiz gezielte Versuche unternommen zum Schutz vor weiterer Überdüngung (Eutrophierung).

Heute liegen bereits eine Reihe von praktischen Erfahrungen vor über See-interne Massnahmen. In einigen Fällen hat sich gezeigt, dass eine gezielte Einzelmassnahme eine Verzögerung des Fortschreitens oder sogar ein Rückgang der Eutrophierung bewirken kann. So wird in der Literatur vor allem auf gute Ergebnisse hingewiesen, die durch Gewährleistung eines ausreichenden Sauerstoffgehaltes in der Wasser-Schlamm-Kontaktzone mit Hilfe künstlicher Belüftung bzw. durch Abzug von Tiefenwasser aus Seen erzielt wurden.

Die neueren Verfahren der künstlichen Belüftung beschränken sich auf die Belüftung der tiefen Zonen der Seen (Hypolimnion). Diese Verfahren haben den Vorteil, dass keine Destratifikation (Schichtauflösung) und damit auch keine Erhöhung der mittleren Temperatur des Sees oder eine Veränderung der biologischen Gesamtbedingungen auftreten. Als Belüftungsaggregate wurden Kompressoren verwendet, mit deren Hilfe durch am Seegrund verlegte Druckluftleitungen grosse Luftmengen in den Wasserkörper eingebracht werden. Das mit Sauerstoff angereicherte Wasser wird wieder dem Hypolimnion zugeführt.

Bei diesen bekannten Verfahren wird mittels über dem Wasserspiegel angebrachten Kompressoren unter Druck

Luft am Seegrund eingebracht. Es sind sehr grosse Kompressoren (Kolbenverdichter) notwendig, die ein grosses Gebäude mit Schallsolation benötigen. Bei solchen Kolbenverdichtern nimmt überdies die Luft Öl mit und verschmutzt damit das Wasser. Im übrigen ist ein solches Vorgehen für tiefe Seen nicht brauchbar.

Das herkömmliche Verfahren der Tiefenwasserableitung besteht darin, dass infolge eines künstlich erzeugten Überstaus des Sees das hypolimnische Wasser durch eine spezielle, am Seegrund verlegte Rohrleitung nach aussen in den Vorfluter gepresst wird. Falls ein Einstau des Gewässers nicht gestattet ist, bedingt dies eine landseitige Fortsetzung der Leitung, bis die erforderliche Einleitungskote im Vorfluter erreicht ist.

Eine weitere zweckmässige Massnahme zur internen Gewässerreinigung ist die Seewasserumwälzung oder Zwangszirkulation. Im Winter stellt sich in den Seen eine fast homogene Dichtverteilung ein. Wird diese Dichtverteilung durch natürliche Einflüsse nicht erbracht, kann man durch eine künstliche Zirkulation die Schichtung des Sees soweit und so früh abbauen, dass schon im Frühwinter eine volle Zirkulation eintritt und diese während der Winterstagnation anhält.

Zweck der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, das bzw. die vielseitig verwendbar ist und somit für verschiedene Behandlungsarten eingesetzt werden kann, sowie auch für sehr tiefe Seen brauchbar und umweltfreundlich ist (kein Lärm und keine Verschmutzung).

Zu diesem Zweck ist das eingangs erwähnte Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb des Wasserspiegels des Gewässers aus einer unteren Stelle ein Teil-Wasserstrom nach oben gefördert und während des Fördervorganges an einer höheren Stelle in den geförderten Teil-Wasserstrom gasförmiges Medium durch Saugwirkung eingebracht wird, so dass durch Mammutpumpenwirkung ein nach oben steigender Wasserstrom entsteht, und die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens weist eine Pumpenanordnung auf, die eine mechanische Pumpe, einen Wasserstrahlverdichter und eine Mammutpumpe umfasst, die in Strömungsrichtung des zu fördernden Wasserstromes in Serie geschaltet sind, wobei der Saugteil des Wasserstrahlverdichters mit einer Leitung für die Zufuhr des gasförmigen Mediums kommuniziert, das Ganze derart, dass ein Teilwasserstrom durch die mechanische Pumpe und den Wasserstrahlverdichter hindurch gefördert wird, wobei der Teilwasserstrom und der Restwasserstrom nach der Zufuhrstelle des gasförmigen Mediums in den Teilwasserstrom miteinander zum zu fördernden Wasserstrom vereinigt werden.

Das Verfahren und die Vorrichtung sind wahlweise zur Tiefenwasserbelüftung, zur Zwangszirkulation oder zur Tiefenwasserableitung verwendbar.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielsweise erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung im Längsschnitt im Einsatz für die Tiefenwasserbelüftung;

Fig. 2 die Vorrichtung nach Fig. 1 mit Aufsatz im Einsatz für die Tiefenwasserableitung, und

Fig. 3 die Vorrichtung nach Fig. 1 mit Aufsatz im Einsatz für die Zwangszirkulation des Wassers.

Die mit 1 bezeichnete Vorrichtung zum Einsatz für die Tiefenwasserbelüftung gemäss Fig. 1 steht aufrecht in einem stehenden Gewässer, dessen Wasserspiegel mit 2 und dessen Seegrund mit 3 bezeichnet ist. Zu diesem Zweck besitzt die Vorrichtung Auftriebskörper 13 und sie ist mittels einer Ankerkette 5 mit einem im Seegrund verankerten Ankergewicht 6 verbunden. Um die Grössenordnungsverhältnisse

zu veranschaulichen, ist neben der Vorrichtung eine im unteren Bereich unterbrochene Masslinie mit Angaben in Metern eingezeichnet. Die Seetiefe kann mehrere hundert Meter betragen.

Die Vorrichtung 1 weist eine vertikale Steigleitung mit einem unteren und einem oberen Steigleitungsabschnitt 7 bzw. 12 auf, deren Einlass sich in der Nähe des Seegrundes 2 befindet. Der Steigleitungsabschnitt 7 kommuniziert an seinem oberen Ende mit einer gehäuseartigen Erweiterung 8, in welcher eine über ein Unterwasserkabel 24 an eine Stromquelle angeschlossene Unterwassermotorpumpe 9 und, in Strömungsrichtung gesehen, direkt nachgeschaltet ein Wasserstrahlverdichter 10 angeordnet sind. Mit dem Saugteil des Wasserstrahlverdichters 10 kommuniziert eine Zuluftleitung 11, die in die freie Atmosphäre mündet. Mit dem Auslass der gehäuseartigen Erweiterung kommuniziert der zusammen mit der Zuluftleitung 11 als Mammutpumpe wirkende Steigleitungsabschnitt 12. Der Steigleitungsabschnitt 12 mündet in einen Druck- und Entgasungsbehälter 12, wobei der Steigleitungsabschnitt 12 zentrisch zu diesem ist. Der Druck- und Entgasungsbehälter 13 dient auch als Auftriebskörper. In den Luftraum des Druck- und Entgasungsbehälters 13 mündet eine nach aussen und etwas unterhalb des Wasserspiegels endende Entgasungsleitung 14, die am unteren Ende mit einem Überdruckventil geschlossen ist. Mit Auslässen des Druck- und Entgasungsbehälters 13 sind radial-symmetrisch zur Achse der die beiden koaxial übereinander angeordneten Steigleitungsabschnitte 7, 12 umfassende Steigleitung zwei oder mehrere vertikale Falleitungen 15 verbunden, die mit ihren unteren Enden über eine torusartige Verbindungsleitung und Verteilerrohre 16 einige Meter über der Entnahmestelle münden. Der Druck- und Entgasungsbehälter 13 ist oben mit einem lösbar befestigten Deckel 17 dicht abgeschlossen. Die Vorrichtung arbeitet wie folgt:

Das in den Steigleitungsabschnitt 7 einfließende Wasser wird durch die Pumpenanordnung, umfassend die mechanische Pumpe 9, den Wasserstrahlverdichter 10 und die Mammutpumpe 12, in die gehäuseartige Erweiterung 8 hochgefordert. In der gehäuseartigen Erweiterung 8 teilt sich der geförderte Wasserstrom. Ein kleiner Teilwasserstrom (etwa 1/20 des geförderten Wasserstromes) wird wuch die mechanische Unterwasserpumpe 9 und den Wasserstrahlverdichter 10 hindurchgefordert. Durch die im Wasserstrahlverdichter erzeugte Saugwirkung wird in den kleinen Teilwasserstrom über die Zuluftleitung 11 Luft eingebracht. Der grosse Restwasserstrom strömt in der gehäuseartigen Erweiterung unter Umgehung der Unterwasserpumpe 9 und des Wasserstrahlverdichters 10 mittels Mammutpumpenwirkung nach oben und vermischt sich wieder mit dem Luft enthaltenden kleinen Teilwasserstrom nach dem Wasserstrahlverdichter 10 vor Eintritt in den zur Mammutpumpe gehörenden Steigleitungsabschnitt 12.

Das spezifisch leichtere Wasser-Luft-Gemisch wird durch den Steigleitungsabschnitt 12 in den oben angebrachten Druck- und Entgasungsbehälter 13 geführt. Dadurch wird der Gesamtdruck, der nach dem Gesetz von Henry für die Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser ein massgebender Faktor darstellt, im Steigleitungsabschnitt 12 und im Druckbehälter 13 ausgenutzt. Durch den erzeugten Überdruck im Druckbehälter wird das belüftete Wasser durch das Falleitungssystem 15 ins Hypolimnion abgegeben, und zwar einige Meter oberhalb der Entnahmezone. Die Tiefe der Entnahmestelle wird durch die Länge des Ansaugrohres bestimmt. Die sich im Entgasungsbehälter 13 sammelnde Luft entweicht über die Entgasungsleitung. Die nötige Stromzufuhr der Unterwassermotorpumpe 8 erfolgt durch ein Unterwasserelektrikabel 24.

Durch den im Entgasungsbehälter 13 erzeugten Luftraum wird bewirkt, dass die im Wasser schwebende Vorrichtung unter Auftrieb steht und somit aufrecht im Wasser gehalten wird. Durch das Ankergewicht 6 wird die Vorrichtung von einer Driftbewegung und dem Aufsteigen gehindert. Für die Zuluftheitung 11 und die Entgasungsleitung 14 ist eine Boje 4 vorgesehen.

Die Arbeitsweise erfolgt somit nach folgendem Prinzip:

- 1) Erzeugung eines Teilwasserstromes mittels einer Unterwassermotorpumpe;
- 2) Ausnutzung des Teilwasserstromes für den Lufteintrag nach dem Prinzip der Strahlpumpe und
- 3) Förderung der erforderlichen Wassermenge nach dem Prinzip der Mammutpumpe.

Die anhand der Fig. 1 beschriebene Vorrichtung kann gemäss Fig. 2 auch für die Tiefenwasserableitung eingesetzt werden. Zu diesem Zweck wird der Deckel 17 (vgl. Fig. 1) weggenommen, und es wird anstelle des Deckels 17 auf den Behälter 13 eine mit dem Steigleitungsabschnitt 12 koaxiale Steigrohrverlängerung 18 aufgesetzt, die einen Anschlussstutzen 19 für eine schwimmende Transportleitung 20 aufweist. Hier hat der Behälter 13 lediglich Auftriebsfunktion, und das Ende 18' der geraden und vertikalen Steigrohrverlängerung 18 dient als Entgasungskammer und z.T. als Auftriebskörper. In den Luftraum des Aufsatzrohres 18 mündet eine Entgasungsleitung 21, die in die freie Atmosphäre führt und am unteren Ende ein Überdruckventil aufweist. Im übrigen handelt es sich um die gleiche Vorrichtung wie in der Fig. 1, und die gleichen Teile wurden mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

Die Tiefenwasserableitung erfolgt durch die einige Meter unter dem Seespiegel angeordnete schwimmende Transportleitung 20. Die Speisung der Transportleitung wird durch die gemäss obigem umfunktionierte Belüftungsvorrichtung bewerkstelligt. Dabei kommt hier dasselbe Förderprinzip zur Anwendung. Das Falleitungssystem 15 hat hier keine Funktion.

Der in der Kammer 13 erzeugte Luftraum ist für die aufrechte Haltung der Vorrichtung verantwortlich. Die sich am Ende 18' der Steigrohrverlängerung 18 sammelnde Luft entweicht über eine Entgasungsleitung 21. Der nötige Druck für den Wassertransport in der schwimmenden Leitung wird in der oben genannten Entgasungskammer 18' eingebracht.

Das Ende der Transportleitung 20 wird in den Auslauftrichter des natürlichen Seeabflusses eingeleitet.

Durch dieses Verfahren kann ein Seeestau und eine lange landseitige Transportleitung umgangen werden. Zusätzlich wird das dem Seegrund entnommene Wasser belüftet, wobei allfällige Immissionen im Unterlauf des Sees vermindert werden.

Die anhand der Fig. 1 beschriebene Vorrichtung kann gemäss Fig. 3 aber auch für die Zwangszirkulation des Wassers im Gewässer dienen. Zu diesem Zweck wird anstelle des Aufsatzteiles 18 gemäss der Fig. 2 eine abgewinkelte, mit dem Steigleitungsabschnitt 12 koaxiale, gerade Steigrohrverlängerung 22 aufgesetzt, deren Ende 22' wiederum als Entgasungskammer mit Entgasungsrohre 21 und Überdruckventil dient, und die Verteilrohre 23 für den Austritt des geförderten Wasserstromes aufweist. Der Austritt des nach oben geförderten Wassers erfolgt dabei in der oberen Seeschicht, dem Epilimnion. Im übrigen handelt es sich auch hier um die gleiche Vorrichtung wie in der Fig. 1, und die gleichen Teile wurden mit den gleichen Bezugsziffern versehen. Auch hier erfüllt das Falleitungssystem 15 keine Funktion.

Die beschriebene Vorrichtung mit ihren Kombinationen kann zum grössten Teile aus handelsüblichen Produkten gebaut werden. Die Druck-, bzw. Entgasungsbehälter müssen speziell angefertigt werden, ebenso die Vorrichtung für eine radiale Verteilung der einzutragenden Wassermengen.

Der einzig steuerbare Mechanismus einer erstellten Vorrichtung ist die Unterwasser-Motorpumpe. Sie wird ausgelegt für einen drehzahlregulierten Pumpenbetrieb. Durch eine elektrische Drehzahlregulierung mit Hilfe eines Frequenzumrichters fallen beim Anfahren die berichtigten Druckstösse im Wasserkreislauf sowie die Stromstösse im Leitungsnetz weg. Die Luftzufuhr und die Wasserförderung können entsprechend reguliert werden.

Der laufende Betrieb erfordert keine Wartung und Pflege. Verunreinigungen der Luft und des Wassers sind gänzlich ausgeschlossen (im Gegensatz zur Druckluftbelüftung).

Die Anlage kann je nach Bedarf und Leistung dimensioniert werden.

Bei einer Abwandlung der beschriebenen Vorrichtung können die Kammer 13 bei der Ausführung nach Fig. 1, bzw. die Kammern 18' oder 22' bei der Ausführung gemäss Fig. 2 bzw. in bezug auf den Wasserspiegel vorstehend und oben offen sein. Bei der Vorrichtung gemäss Fig. 1 müsste dann ein zusätzlicher Auftriebskörper vorgesehen werden.

Der Gasdruck der Entgasungskammer 13, 18' oder 22' ist begrenztbar.

